

PATENT
03928-P0008A WWW

UNITED STATES PATENT APPLICATION

of

Herbert Huettlin
Ruemminger Strasse 15
D-79539 Loerrach, Germany

for

SCHWENKKOLBENMASCHINE

Attorney for Applicant
Wesley W. Whitmyer, Jr., Registration No. 33,558
ST.ONGE STEWARD JOHNSTON & REENS LLC
986 Bedford Street
Stamford, CT 06905-5619
203 324-6155

Schwenkkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Schwenkkolbenmaschine, mit einem Gehäuse, das eine im Wesentlichen kugelförmige Gehäuseinnenwand aufweist, wobei in dem Gehäuse vier Kolben angeordnet sind, die um eine etwa gehäusemittige Umlaufachse gemeinsam umlaufen, wobei von den vier Kolben jeweils zwei bezüglich der Umlaufachse etwa diametral gegenüberliegende Kolben ein starres Kolbenpaar bilden, wobei die beiden Kolbenpaare um eine gemeinsame, etwa senkrecht zur Umlaufachse verlaufende Schwenkachse gegensinnig hin und her verschwenkbar sind, wobei die beiden Kolbenpaare bezüglich der Schwenkachse über Kreuz angeordnet sind, derart, dass sich jeweils zwei Kolben der beiden Kolbenpaare mit ihren Kolbenarbeitsflächen gegenüberstehen, um dazwischen eine Arbeitskammer zu bilden, wobei jedes Kolbenpaar einen Lagerabschnitt zur Lagerung des Kolbenpaars auf der

Schwenkachse und für beide Kolben des Kolbenpaars einen Seitenwandabschnitt zur seitlichen Begrenzung jeweils einer der Arbeitskammern aufweist.

Eine solche Schwenkkolbenmaschine ist aus dem Dokument WO 03/067033 A1 bekannt.

Schwenkkolbenmaschinen gehören zu einer Gattung von Brennkraftmaschinen, bei denen die einzelnen Arbeitstakte des Einlassens, Verdichtens, Zündens, Expandierens und Ausstoßens des Verbrennungsgemisches durch hin- und hergehende Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben zwischen zwei Einstellungen vermittelt werden.

Die Schwenkkolben laufen dabei in dem Gehäuse um eine gemeinsame gehäusefeste Umlaufachse um, wobei die Umlaubewegung der Kolben als Drehbewegung einer Abtriebswelle abgegriffen werden kann. Beim Umlaufen der Schwenkkolben in dem Gehäuse führen die Schwenkkolben die erwähnten hin- und hergehenden Schwenkbewegungen aus.

Die zuvor genannte bekannte Schwenkkolbenmaschine weist ein Gehäuse auf, das innenseitig kugelförmig ausgebildet ist, wobei die Schwenkachse der Kolben durch eine gemeinsame Schwenkachse gebildet ist, die etwa durch die Gehäusemitte senkrecht zur Umlaufachse verläuft.

Jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse diametral gegenüberliegende Kolben sind zu einem Doppelkolben starr miteinander verbunden, wobei zwischen den beiden Kolben eines Kolbenpaars ein Lagerabschnitt vorhanden ist, der bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine durch einen schmalen Lagerring gebildet

ist. Beide Kolbenpaare sind über ihren jeweiligen Lagerring auf einem Achszapfen, der die Schwenkachse bildet, über Kreuz bezüglich der Schwenkachse verschwenkbar gelagert. Die Lagerringe der Kolbenpaare der bekannten Schwenkkolbenmaschine sitzen voneinander beabstandet etwa an Enden des Achszapfens, wobei zwischen den beiden Lagerringen ein weiterer Ring auf dem Achszapfen sitzt, an dem die Abtriebswelle befestigt ist.

Des Weiteren ist an jedem Kolbenpaar dem jeweiligen Lagerabschnitt gegenüberliegend ein Seitenwandabschnitt für beide Kolben des Paares zur seitlichen Begrenzung der beiden Arbeitskammern angeordnet, wobei der Seitenwandabschnitt eine der Arbeitskammer zugewandte gerade Fläche aufweist, die vollständig senkrecht zur Schwenkachse steht.

Nachteilig an der bekannten Bauweise einer Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art ist, dass für den jeweiligen Lagerabschnitt in Richtung der Schwenkachse nur eine kleine Baulänge zur Verfügung steht, wodurch konstruktiv bedingt eine höhere Verschleißanfälligkeit zu befürchten ist. Darüber hinaus ist auch die Montage der bekannten Schwenkkolbenmaschine aufwendiger, weil zusätzlich noch auf dem Achszapfen der Lagerring der Abtriebswelle platziert werden muss. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Abtriebswelle an den Kolben vorbei bis zur Schwenkachse geführt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass der konstruktive Aufbau vereinfacht, die Montage erleichtert und auch die Stabilität der Lagerung der Kolbenpaare auf der Schwenkachse erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine dadurch gelöst, dass der Lagerabschnitt und die Seitenwandabschnitte einstückig miteinander ausgebildet und an einer selben Seite des jeweiligen Kolbenpaars angeordnet sind.

Im Unterschied zu der bekannten Schwenkkolbenmaschine ist bei der erfundungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine demnach vorgesehen, den Lagerabschnitt und die Seitenwandabschnitte bei jedem Kolbenpaar ineinander zu integrieren, anstatt den Lagerabschnitt an dem einen Ende der Kolben und davon beabstandet die Seitenwandabschnitte am anderen Ende vorzusehen. Die erfundungsgemäße Ausgestaltung hat den Vorteil, insbesondere dann, wenn die Abtriebswelle nicht bis zur Schwenkachse geführt ist, wie in bevorzugten Ausgestaltungen vorgesehen ist, dass der Lagerabschnitt in Richtung der Schwenkachse wesentlich länger und somit stabiler ausgebildet werden kann, und außerdem besteht der weitere Vorteil darin, dass die Seitenwand anstatt planeben und senkrecht zur Schwenkachse bezüglich der Schwenkachse geneigt ausgebildet werden kann, wie dies ebenfalls in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich der Lagerabschnitt in Richtung der Schwenkachse über etwa die Hälfte der Breite des Kolbenpaars in Richtung der Schwenkachse.

Wenn die beiden Kolbenpaare über Kreuz nebeneinander angeordnet werden, erstrecken sich somit die beiden Lagerabschnitte der Kolbenpaare über die gesamte Länge der Ausdehnung der Kolben in Richtung der Schwenkachse, wodurch die einzelnen Kolbenpaare äußerst stabil auf der Schwenkachse gelagert werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich der jeweilige Seitenwandabschnitt auf dem Lagerabschnitt von außen nach innen und von oben nach unten konkav gewölbt.

Diese Ausgestaltung, die erst durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung jedes Kolbenpaars ermöglicht wird, hat den Vorteil, dass die beiden Arbeitskammern bzw. Brennmulden gewölbte Seitenwände haben, was sich hinsichtlich der Druckverteilung beim Zünden und Expandieren des in der Arbeitskammer gezündeten Brennstoff-Luft-Gemisches als besonders günstig erweist, weil die gesamte Expansionskraft auf die Kolbenarbeitsfläche wirkt und nicht an den Seitenwänden verpufft, die keinen Beitrag zur Krafteinleitung in die Schwenkbewegung leisten können.

Dabei ist es weiter bevorzugt, wenn sich der jeweilige Seitenwandabschnitt in Richtung der Schwenkachse über die gesamte Länge des Lagerabschnitts erstreckt.

Durch Zusammenfügen der beiden Kolbenpaare über Kreuz ergeben sich somit insgesamt seitlich und am Boden gewölbte Arbeitskammern bzw. Brennmulden, wodurch sich der gesamte Druck beim Expandieren des gezündeten Brennstoff-Luft-Gemisches vollständig auf die vorzugsweise plan ausgeführten Kolbenarbeitsflächen auswirkt, wodurch der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine gegenüber der bekannten Schwenkkolbenmaschine verbessert ist.

Um diese insgesamt muldenförmigen Arbeitskammern bzw. Brennmulden realisieren zu können, weist jeder Kolben an seinem dem Seitenwandabschnitt gegenüberliegenden Ende eine Seitenfläche auf, deren Form an den Seitenwandabschnitt desjenigen Kolbens

angepasst ist, mit dem dieser Kolben zusammen die jeweilige Arbeitskammer bildet.

Der Seitenwandabschnitt jedes Kolbenpaars bildet somit vorteilhafterweise bei der hin- und hergehenden Schwenkbewegung der Kolben eine Führungsfläche für den jeweiligen Gegenkolben.

In zweckmäßigen und vorteilhaften konstruktiven Ausgestaltungen erstreckt sich jeder einzelne Kolben um die Umlaufachse um etwa 90° . Des Weiteren liegt vorzugsweise ein Verhältnis zwischen einer Abmessung jedes Kolbens in Richtung der Schwenkachse und einer Abmessung jedes Kolbens quer zur Schwenkachse im Bereich von etwa $1,5 : 1$ bis $2,5 : 1$, und beträgt vorzugsweise $2,2 : 1$. Vorzugsweise liegt ein maximaler Öffnungswinkel der Arbeitskammern um die Schwenkachse im Bereich von etwa 40° bis etwa 60° , d.h. der hin- und hergehende Schwenkhub jedes einzelnen Kolbenpaars beträgt etwa die Hälfte des zuvor genannten maximalen Öffnungswinkels.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sitzen die beiden Kolbenpaare mit ihren Lagerabschnitten auf einem die Schwenkachse bildenden Achszapfen, wobei an den Enden des Achszapfens jeweils ein kugelkappenförmiges Endelement angeordnet ist, das das Kolbenpaar in Richtung der Schwenkachse aneinander hält.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass zur Montage der beiden Kolbenpaare diese lediglich über Kreuz mit ihren Lagerabschnitten auf den Achszapfen aufgesetzt werden müssen, wobei dann diese Anordnung durch Aufsetzen der kugelkappenförmigen Endelemente auf die Enden des Achszapfens und entsprechendes festes Verbinden der Endelemente mit dem Achszapfen aneinanderge-

halten wird, wobei die hin- und hergehende Schwenkbewegung der Kolben gewährleistet bleibt.

Dabei erstreckt sich das kugelkappenförmige Endelement um die Umlaufachse um etwa 90° .

In Verbindung mit der Ausgestaltung, dass sich jeder einzelne Kolben um die Umlaufachse um etwa 90° erstreckt, ergibt sich somit für die Anordnung aus den beiden Kolbenpaaren und den beiden kugelkappenförmigen Endelementen eine um 360° um die Umlaufachse geschlossene kugelförmige Ausbildung dieser Anordnung. Das kugelkappenförmige Endelement erstreckt sich vorzugsweise auch um eine zur Umlauf- und zur Schwenkachse senkrechte Achse um 90° .

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die Kolben mit zumindest einer um die Umlaufachse drehbaren Abtriebswelle verbunden, die kolbenseitig in einem ersten Gabelabschnitt außerhalb der Schwenkachse endet, der mit seinen beiden Endabschnitten zwischen den Endelementen angeordnet und direkt mit diesen lösbar verbunden ist.

Anstatt wie bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine die Abtriebswelle bis zur Schwenkachse zu führen und dort mit einem Lagerring zu lagern, hat diese Ausgestaltung den Vorteil, dass auf dem Achszapfen der Schwenkachse lediglich noch die Lagerabschnitte der beiden Kolbenpaare gelagert werden müssen, wodurch diese in Richtung der Schwenkachse jeweils mit maximaler Länge ausgebildet werden können. Der Gabelabschnitt weist außenseitig vorzugsweise die Form eines Teils einer Kugeloberfläche auf, wodurch sich der Gabelabschnitt in die insgesamt ku-

gelförmige Ausgestaltung der Anordnung aus den vier Kolben und den beiden Endelementen einfügt und an das innenseitig kugelförmig ausgestaltete Gehäuse angepasst ist.

Der weitere Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass auch die zumindest eine Abtriebswelle besonders stabil mit der Kolbenanordnung verbunden werden kann, weil sich der Gabelabschnitt in Richtung der Schwenkachse der Kolben weiter erstrecken kann als dies bei dem Lagerring der bekannten Schwenkkolbenmaschine der Fall war, mit dem die Abtriebswelle auf dem Achszapfen der Schwenkachse gelagert war. Außerdem muss die Abtriebswelle nicht mehr an den Kolben vorbei geführt werden, was den Schwenkhub der Kolben somit nicht einschränkt.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn die Endabschnitte des ersten Gabelabschnitts eine formschlüssige Verbindung zu den Endelementen aufweisen.

Hierdurch wird eine drehfeste Verbindung des ersten Gabelabschnitts mit den Endelementen und damit mit der Kolbenanordnung gewährleistet, die in der Lage ist, große Drehmomente auf die Abtriebswelle zu übertragen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weiten sich die Endabschnitte des ersten Gabelabschnitts ausgehend von der Abtriebswelle zu ihrem äußeren Ende hin auf.

Hierbei ist von Vorteil, dass die Verbindung zwischen dem ersten Gabelabschnitt und den beiden Endelementen, mit denen die Kolbenpaare zusammengehalten werden, besonders stabil ausgebildet werden kann.

In zweckmäßigen und vorteilhaften konstruktiven Ausgestaltungen liegt ein Verhältnis zwischen der Abmessung des Gabelabschnitts in Richtung senkrecht zur Schwenkachse in seiner Mitte zur entsprechenden Abmessung des Gabelabschnitts an seinen Enden im Bereich von etwa 1 : 1,5 bis 1 : 2,5, vorzugsweise beträgt dieses Verhältnis etwa 1 : 2.

Des Weiteren beträgt vorzugsweise ein Verhältnis zwischen der Abmessung des Gabelabschnitts in Richtung senkrecht zur Schwenkachse an seinen Enden und der Abmessung des Gabelabschnitts in Richtung der Schwenkachse im Bereich von etwa 1 : 2 bis etwa 1 : 4, und beträgt vorzugsweise etwa 1 : 1,375.

Ein Verhältnis der Dicke des Gabelabschnitts im Bereich der Abtriebswelle zur Abmessung des Gabelabschnitts in Richtung der Schwenkachse liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 1 : 2 bis 1 : 4, vorzugsweise beträgt es etwa 1 : 2,75.

Durch letztere Maßnahme ist der Gabelabschnitt sehr massiv und stabil ausgeführt, so dass er hohe Drehmomente von der Umlaufbewegung der Kolben auf die Abtriebswelle übertragen kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist dem ersten Gabelabschnitt gegenüberliegend ein zweiter im Wesentlichen formgleicher Gabelabschnitt angeordnet, der mit den Endelementen lösbar verbunden ist.

Insgesamt ergibt sich somit eine kugelförmige Ausbildung der Gesamtanordnung aus den Kolbenpaaren, den beiden kugelkappenförmigen Endelementen und den beiden Gabelabschnitten, wobei

alle Elemente dieser Anordnung besonders stabil und massiv ausgebildet werden können.

Vorzugsweise weist der zweite Gabelabschnitt eine weitere Abtriebswelle auf, so dass die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine insgesamt zwei Abtriebswellen aufweist, wobei die eine beispielsweise zum Antreiben von Aggregaten, wie Lichtmaschine und dergleichen, dienen kann, und die andere Abtriebswelle auf eine Kupplung bzw. ein Getriebe geführt werden kann, im Falle, dass die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine als Antriebsmotor für ein Kraftfahrzeug verwendet wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung erstrecken sich der erste und/oder zweite Gabelabschnitt um eine zur Umlauf- und zur Schenkachse um etwa 90° und sind außenseitig kugeloberflächenförmig ausgebildet.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist eine den Kolbenrückseitenflächen der Kolben zugewandte Seite des ersten und/ oder zweiten Gabelabschnitts im Wesentlichen komplementär zu den Kolbenrückseitenflächen gewölbt ausgebildet.

Hierbei ist von Vorteil, dass zwischen den Kolbenrückseitenflächen, d.h. den den Kolbenarbeitsflächen abgewandten Seiten der Kolben, und der jeweiligen diesen Kolbenrückseitenflächen zugewandten Seite der Gabelabschnitte Kammern gebildet werden, die bei der hin- und hergehenden Schwenkbewegung der einzelnen Kolben ein veränderliches Volumen aufweisen, deren minimales Volumen nahezu Null werden kann.

Dies ist insbesondere dann bevorzugt, wenn zwischen den Kolbenrückseitenflächen und der entsprechenden zugewandten Seite des bzw. der Gabelabschnitte jeweils Vordruckkammern ausgebildet sind, die zum Vorkomprimieren von Verbrennungsluft genutzt werden können, wie dies bereits bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine vorgesehen ist. Die zuvor genannten Kammern können jedoch auch einfach als Kühlkammern zum Kühlen der Kolben dienen.

Wie bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine weist auch bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine jeder Kolben eine Laufrolle auf, wobei vorzugsweise die Rollenachse in Bezug auf die Kolbenarbeitsfläche in einem Winkel von etwa 30° bis 50° , vorzugsweise von etwa 35° , geneigt ist.

Dabei sind die Laufrollen vorzugsweise konisch ausgebildet, wobei eine gedachte Verlängerung jedes Konus eine Konusspitze ergibt, die im Gehäusemittelpunkt liegt, wodurch der Steuermechanismus für die Schwenkbewegung der Kolben optimal auf die Kugelsymmetrie der Schwenkkolbenmaschine angepasst ist.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten Zeichnung

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird mit Bezug auf diese hiernach näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine mit geschlossenem Gehäuse;
- Fig. 2 die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1, wobei das Gehäuse teilweise aufgebrochen ist, wobei die Schwenkkolbenmaschine in einer ersten Betriebsstellung dargestellt ist;
- Fig. 3 die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 und 2 in einer anderen beispielhaften Betriebsstellung;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Gesamtanordnung aus Kolben, Endelementen und Abtriebswellen mit Gabelabschnitten der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 bis 3;
- Fig. 5 eine gegenüber Fig. 4 vergrößerte Darstellung der Anordnung aus den Kolben allein;
- Fig. 6 die Kolbenanordnung in Fig. 5 in einer auseinandergezogenen Darstellung der beiden Kolbenpaare;
- Fig. 7 eine auseinandergezogene Darstellung der Anordnung aus dem Achszapfen, den Endelementen und den beiden Abtriebswellen mit Gabelabschnitten der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 bis 3 in Alleinstellung;

Fig. 8 eine Ansicht entlang der Abtriebswelle auf die Anordnung aus den beiden Endelementen und einen Gabelabschnitt; und

Fig. 9 eine Querschnittsdarstellung der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 bis 3 zur Erläuterung weiterer Einzelheiten derselben.

Mit Bezug auf Fig. 1 bis 9 wird nachfolgend die Ausgestaltung einer mit dem allgemeinen Bezugszeichen 10 versehenen Schwenkkolbenmaschine näher beschrieben. Die Schwenkkolbenmaschine 10 dient beispielsweise und vorzugsweise als Verbrennungsmotor.

Die Schwenkkolbenmaschine 10 weist ein Gehäuse 12 auf, das aus einer ersten Gehäusehälfte 14 und einer zweiten Gehäusehälfte 16 zusammengesetzt ist.

Die Gehäusehälften 14 und 16 sind entlang einer Trennlinie 18 zusammengesetzt, die in Bezug auf eine Symmetrieachse 20 der Schwenkkolbenmaschine 10, die gleichzeitig auch die Umlaufachse der Kolben darstellt, wie später noch beschrieben wird, nicht senkrecht, sondern schräg verlaufend angeordnet ist. Dieser schräge Verlauf der Trennlinie 18 zum Auseinandernehmen der Gehäusehälften 14 und 16 hat den Vorteil, dass im Gehäuse vorgesehene technische Elemente, wie Kerzen und Düsen 22, 24 bzw. Ventile 26, 28, geeigneterweise angeordnet werden können, ohne dass diese Elemente durch die Gehäusetrennlinie beeinträchtigt werden.

In Fig. 2 und 3 ist das Gehäuse 12 in zwei zueinander senkrechten Schnittebenen teilweise aufgeschnitten worden, wodurch

weitere Einzelheiten der Schwenkkolbenmaschine 10 innerhalb des Gehäuses 12 zu sehen sind. Die Darstellungen in Fig. 2 und 3 sind hinsichtlich der zuvor beschriebenen Elemente 22 - 28 mit Fig. 1 nicht identisch, was jedoch für die Belange der Erläuterung der vorliegenden Erfindung unbedeutend ist.

Eine Innenwand 30 des Gehäuses 12 ist im Wesentlichen kugelförmig ausgebildet.

In dem Gehäuse 12 sind vier Kolben (vgl. Fig. 9) 32, 34, 36, 38 angeordnet, die in Fig. 2 bis 8 teilweise verdeckt sind. Diese Kolben 32 - 38 laufen in dem Gehäuse 12 um eine Umlaufachse 40 gemeinsam um.

Des Weiteren führen die Kolben 32 - 38 im Betrieb der Schwenkkolbenmaschine 10 um eine zur Umlaufachse 40 etwa senkrechte Schwenkachse 42 hin- und hergehende Schwenkbewegungen aus, wie in Fig. 9 mit Pfeilen 44 und 46 angedeutet ist.

Jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte bzw. der Schwenkachse 42 diametral gegenüberliegende Kolben bilden dabei ein starres Kolbenpaar, und zwar bilden die Kolben 32 und 36 das Kolbenpaar 32/36, und die Kolben 34 und 38 das Kolbenpaar 34/38. Beim Umlaufen der Kolben 32 - 38 um die Umlaufachse 40 führt das Kolbenpaar 32/36 entsprechend einer Schwenkbewegung um die Schwenkachse 42 in Richtung der Pfeile 44 (Uhrzeigersinn) aus, wenn das Kolbenpaar 34/38 eine Schwenkbewegung in Richtung der Pfeile 46 (Gegenuhrzeigersinn) ausführt, und umgekehrt.

Zusätzlich mit Bezug auf Fig. 4 bis 6 werden Einzelheiten der Kolben 32 - 38 näher beschrieben.

Jeder Kolben weist eine Kolbenarbeitsfläche auf, d.h. der Kolben 32 eine Kolbenarbeitsfläche 32a, der Kolben 34 eine Kolbenarbeitsfläche 34a, der Kolben 36 eine Kolbenarbeitsfläche 36a und der Kolben 38 eine Kolbenarbeitsfläche 38a. In Fig. 5 sind beispielsweise nur die Kolbenarbeitsflächen 32a und 34a der Kolben 32 und 34 zu sehen. Die Kolbenarbeitsflächen 32a und 34a bilden eine erste Arbeitskammer bzw. Brennmulde 48, und die Kolbenarbeitsflächen 36a und 38a der Kolben 36 und 38 bilden eine zweite Arbeitskammer bzw. Brennmulde 50 (vgl. Fig. 9).

Jedes Kolbenpaar weist, und in Fig. 6 ist dies am Kolbenpaar 32/36 am deutlichsten zu erkennen, eine Lagerabschnitt 52 zur Lagerung des Kolbenpaars 32/36 auf der Schwenkachse 42 auf. Des Weiteren weist jedes Kolbenpaar, wie ebenfalls in Fig. 6 für das Kolbenpaar 32/36 am besten zu erkennen ist, zwei Seitenwandabschnitte auf, die die Arbeitskammern 48 und 50 seitlich begrenzen. Für den Kolben 32 ist in Fig. 6 der Seitenwandabschnitt 54 sichtbar, der die Arbeitskammer 48 seitlich begrenzt. Der Lagerabschnitt 52 und der Seitenwandabschnitt 54 (bzw. der dem Seitenwandabschnitt 54 diametral gegenüberliegende, in Fig. 6 nicht sichtbare Seitenwandabschnitt des Kolbens 36) sind einstückig miteinander ausgebildet und auf derselben Seite des jeweiligen Kolbenpaars 32/36 bzw. 34/38 angeordnet, wie dies am besten für das Kolbenpaar 32/36 in Fig. 6 zu erkennen ist. Ein Lagerabschnitt 56 und ein Seitenwandabschnitt 58 des Kolbenpaars 34/38 sind in Fig. 6 teilweise zu erkennen.

Die Lagerabschnitte 52 und 56 der Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 sind symmetrisch bezüglich der Schwenkachse 42 ausgebildet, wobei dem Seitenwandabschnitt 54 bezüglich der Schwenkachse 42 ein weiterer, in den Figuren verdeckter Seitenwandabschnitt

etwa diametral gegenüberliegt, ebenso liegt dem Seitenwandabschnitt 58 des Kolbenpaars 34/38 bezüglich der Schwenkachse 42 diametral gegenüberliegend ein weiterer Seitenwandabschnitt gegenüber, der in Fig. 6 nicht sichtbar ist.

Der Lagerabschnitt 52 und der Lagerabschnitt 56 weisen jeweils eine Bohrung 60 bzw. 62 auf, mit der die Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 auf einem feststehenden Achszapfen 64 (vgl. Fig. 7) verschwenkbar gelagert sind.

Die Lagerabschnitte 52 bzw. 56 erstrecken sich in Richtung der Schwenkachse 42 über etwa die Hälfte der Breite des jeweiligen Kolbenpaars 32/36 bzw. 34/38 bezogen auf die Richtung der Schwenkachse 42. Werden die beiden Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 nun, wie in Fig. 5 dargestellt, über Kreuz bezüglich der Schwenkachse 42 angeordnet, sind die Kolbenpaare 32/36 und 34/38 insgesamt über die gesamte Länge des Achszapfens 64 und somit besonders stabil um die Schwenkachse 42 gelagert.

In Fig. 5 ist der zusammen mit dem Seitenwandabschnitt 54 des Kolbens 32 die Arbeitskammer 48 seitlich begrenzende Seitenwandabschnitt 55 des Kolbens 34 zu sehen.

Der jeweilige Seitenwandabschnitt 54, 55 (Fig. 5) erstreckt sich auf dem zugehörigen Lagerabschnitt 52 bzw. 56 von außen nach innen und von oben nach unten konkav gewölbt, wie aus den Darstellungen von Fig. 5 und 6 am besten hervorgeht. Dabei erstrecken sich der jeweilige Seitenwandabschnitt 54, 55 und die weiteren in Fig. 5 nicht zu sehenden Seitenwandabschnitte in Richtung der Schwenkachse 42 über die gesamte Länge des Lagerabschnitts 52 bzw. 56 in Richtung der Schwenkachse 42.

Durch die Integration der Seitenwandabschnitte 54, 55 (und der verbleibende, in Fig. 5 und 6 nicht sichtbare Seitenwandabschnitt 58) in die Lagerabschnitte 52 bzw. 56 sind die Lagerabschnitte 52 bzw. 56 insbesondere an den äußeren Enden des Achszapfens 64 sehr massiv und stabil ausgebildet.

Durch die Wölbung der Seitenwandabschnitte 54 bzw. 58 und der entsprechenden zugehörigen, nicht in den Figuren zu sehenden Seitenwandabschnitte entstehen gewölbte Arbeitskammern bzw. Brennmulden 48 und 50, und nur die Kolbenarbeitsflächen 32a bis 38a sind plan ausgeführt, wodurch sich der bei der Expansion des Brennstoff-Luft-Gemisches nach dem Zünden ausbildende Druck fast ausschließlich auf die Kolbenarbeitsflächen 32a bis 38a auswirkt, wie dies für einen hohen Wirkungsgrad gewünscht ist.

Jeder Kolben 32 - 38 weist an seinem dem Seitenwandabschnitt gegenüberliegenden Ende eine Seitenfläche auf, deren Form an den Seitenwandabschnitt desjenigen Kolbens angepasst ist, mit dem dieser Kolben zusammen die jeweilige Arbeitskammer bildet.

In Fig. 6 ist dies für den Kolben 32 dargestellt, dessen dem Seitenwandabschnitt 54 gegenüberliegendes Ende eine Seitenfläche 66 aufweist, deren Form an den Seitenwandabschnitt des Kolbens 34 angepasst ist, wobei die Kolben 32 und 34 die Arbeitskammer 48 bilden. Der Seitenwandabschnitt des Kolbens 34, der in Fig. 6 nicht zu sehen ist, weist bis auf Spiegelverkehrtheit die gleiche Form auf wie der Seitenwandabschnitt 54 des Kolbens 32. Für die übrigen Kolben 36, 38 gilt das Gleiche entsprechend.

Jeder Kolben 32 - 38 erstreckt sich um die Umlaufachse 40 um etwa 90° , wie in Fig. 5 für den Kolben 32 eingezeichnet ist.

Des Weiteren liegt ein Verhältnis zwischen einer Abmessung b jedes Kolbens 32 - 38 in Richtung der Schwenkachse 42 und einer Abmessung h jedes Kolbens 32 - 38 quer zur Schwenkachse 42, d.h. also ein Verhältnis aus Breite und Höhe jeder Kolbenarbeitsfläche 32a bis 38a, im Bereich von etwa 1,5 : 1 bis 2,5 : 1, im vorliegend Fall beträgt dieses Verhältnis 2,2 : 1.

Des Weiteren liegt ein maximaler Öffnungswinkel α der Arbeitskammern 48 bzw. 50 um die Schwenkachse 42 im Bereich von etwa 40° bis etwa 60° , wie in Fig. 5 für die Arbeitskammer 48 dargestellt ist. Der minimale Öffnungswinkel ist dabei etwa 0° .

Wie bereits erwähnt, sitzen die beiden Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 mit den Lagerabschnitten 52 und 56 auf dem Achszapfen 64 (Fig. 7). An den Enden des Achszapfens 64 ist jeweils ein kugelkappenförmiges Endelement 68 bzw. 70 angeordnet, das, wie in Fig. 4 dargestellt ist, die Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 in Richtung der Schwenkachse 42 aneinander hält. In Fig. 7 sind nur die beiden Endelemente 68, 70 zusammen mit dem Achszapfen 64 ohne die Kolben dargestellt. Die Endelemente 68 und 70 werden bei der Montage mit dem Achszapfen 64 fest verschraubt. Der Achszapfen 64 dient als Lager für die Kolbenpaare 32/36 bzw. 34/38 für die hin- und hergehende Schwenkbewegung der Kolben 32 - 38.

Die Endelemente 68 bzw. 70 erstrecken sich um die Umlaufachse 40 um etwa 90° (vgl. Fig. 8) und ebenso um eine Achse senkrecht zur Schwenkachse 42 und zur Umlaufachse (40) (vgl. Fig. 7).

Die Schwenkkolbenmaschine 10 weist weiterhin zwei Abtriebswellen 72 und 74 auf (vgl. insbesondere Fig. 4 und 7), mit denen die Kolben 32 - 38 drehfest verbunden sind. Zur drehbaren Verbindung der Abtriebswellen 72 und 74 weist jede der beiden an einem Ende einen Gabelabschnitt 76 (Abtriebswelle 72) bzw. 78 (Abtriebswelle 74) auf. Die Abtriebswellen 72 und 74 sind mit ihrem jeweiligen Gabelabschnitt 76 bzw. 78 drehfest verbunden.

Die Gabelabschnitte 76 und 78 enden außerhalb der Schwenkachse 42, wie insbesondere aus Fig. 7 hervorgeht, d.h. die Abtriebswellen 72 und 74 sind nicht bis zur Gehäusemitte geführt, sondern enden außerhalb der Gehäusemitte.

Die Gabelabschnitte 76 und 78 weisen jeweils Endabschnitte 80, 82 bzw. 84, 86 auf, die zwischen den kugelkappenförmigen Endelementen 68 und 70 angeordnet und direkt mit diesen lösbar verbunden sind, wobei zur lösbarer Verbindung hier eine Verschraubung dient, wie in Fig. 7 dargestellt ist.

Die Verbindung erfolgt jedoch nicht nur über Schrauben, sondern die Endabschnitte 80, 82 bzw. 84, 86 sind mit den Endelementen 68 und 70 außerdem formschlüssig verbunden, wozu die Endelemente 68 seitliche Vorsprünge aufweisen, nämlich Vorsprünge 88, 90 (Endelement 68) und 92, 94 (Endelement 70), die in entsprechende Nuten 96, 98 (hier nur für den Gabelabschnitt 76 gezeigt) eingreifen.

Wie insbesondere aus Fig. 8 hervorgeht, weiten sich die Endabschnitte 80, 82 bzw. 84, 86 der Gabelabschnitte 76, 78 ausge-

hend von der jeweiligen Abtriebswelle 72 bzw. 74 zu ihrem äußeren Ende hin auf.

Dabei liegt ein Verhältnis zwischen einer Abmessung B_1 des Gabelabschnitts 76 bzw. 78 in seiner Mitte in Richtung senkrecht zur Schwenkachse 42 zur entsprechenden Abmessung B_2 des Gabelabschnitts 76 bzw. 78 an seinen Enden im Bereich von etwa 1 : 1,5 bis 1 : 2,5, im vorliegenden Fall bei etwa 1 : 2.

Des Weiteren liegt ein Verhältnis zwischen der Abmessung B_2 der Gabelabschnitte 76 bzw. 78 zur Abmessung B_3 des Gabelabschnitts 76 bzw. 78 in Richtung der Schwenkachse 42 im Bereich von etwa 1 : 2 bis etwa 1 : 4, im vorliegenden Fall bei etwa 1 : 1,375.

Eine Dicke D der Gabelabschnitte 76 bzw. 78 im Bereich der jeweiligen Abtriebswelle 72 bzw. 74, d.h. also in der Mitte des jeweiligen Gabelabschnitts 76 bzw. 78, liegt im Verhältnis zur Abmessung B_3 im Bereich von etwa 1 : 2 bis 1 : 4, im vorliegenden Fall bei etwa 1 : 2,75.

Die Ausdehnung der Gabelabschnitte 76 bzw. 78 entsprechend der Abmessung B_3 beträgt, ausgedrückt als Winkel um eine Achse, die sowohl senkrecht zur Umlaufachse 40 als auch zur Schwenkachse 42 ist, etwa 90° , so dass die beiden Gabelabschnitte 76 und 78 zusammen mit den Endelementen 68 und 70 um diese Achse einen Vollwinkel von 360° , d.h. also eine Kugel, bilden, wozu entsprechend die Außenseiten der Gabelabschnitte 76 bzw. 78 kugeloberflächenförmig ausgebildet sind.

Das Verhältnis aus der Abmessung B_1 zur Abmessung B_3 , liegt im Bereich von etwa 1 : 2 bis etwa 1 : 4, vorliegend etwa bei 1 : 2,75.

Entsprechend liegt auch das Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Abtriebswellen 72 bzw. 74 an ihrem Ende, das unmittelbar mit den Gabelabschnitten 76 bzw. 78 verbunden ist, und der nur geringfügig kleiner ist als die Abmessung B_1 , in etwa in dem gleichen zuvor genannten Verhältnis.

Wie am besten aus Fig. 4 hervorgeht, weist jeder Kolben 32 - 38 eine Kolbenrückseitenfläche auf, wie in Fig. 4 mit dem Bezugssymbol 100 für den Kolben 32 und 102 für den Kolben 34 dargestellt ist, die gewölbt ausgebildet ist, wobei eine diesen Kolbenrückseitenflächen 100 bzw. 102 zugewandte Seite 104 bzw. 106 (vgl. Fig. 7), komplementär zu diesen Kolbenrückseitenflächen 100 bzw. 102 gewölbt ausgebildet ist.

Zwischen den Kolbenrückseitenflächen 100 bzw. 102 (Entsprechendes gilt für die übrigen Kolben 36 und 38) und der entsprechenden zugewandten Seite 104 bzw. 106 (und entsprechend den beiden weiteren Seiten der Gabelabschnitte 76 bzw. 78) werden somit sich gegensinnig zu den Arbeitskammern 48 und 50 verkleinernde und vergrößernde zwei Kammern gebildet, die als Vordruck- und/oder Kühlkammern verwendet werden können.

Bezüglich der Verwendung als Vordruckkammern und der Art und Weise, wie die Vordruckkammern mit den Arbeitskammern kommunizieren, wird insbesondere auf das Dokument WO 03/067033 A1 verwiesen, dessen Inhalt hiermit ausdrücklich in die vorliegende Anmeldung eingebunden wird.

Schließlich weist noch, wie am besten aus Fig. 5 ersichtlich ist, jeder Kolben eine Laufrolle 108 (Kolben 32), 110 (Kolben 34), 112 (Kolben 36) und 114 (Kolben 38) auf. Die Laufrollen 108 - 114 sind Teil eines Steuermechanismus zum Ableiten der hin- und hergehenden Schwenkbewegung der einzelnen Kolben 32 - 38 aus deren Umlaufbewegung um die Umlaufachse 40. Für eine genauere Beschreibung wird diesbezüglich ebenfalls auf das Dokument WO 03/067033 A1 verwiesen, dessen Offenbarung durch Bezugnahme hierin ausdrücklich aufgenommen wird.

Wie in Fig. 9 für die Laufrolle 112 des Kolbens 36 dargestellt ist, ist die Rollenachse jeder Rolle 108 - 114 in Bezug auf die entsprechende Kolbenarbeitsfläche 32a - 38a in einem Winkel β von etwa 30° bis 50° , im vorliegenden Fall von etwa 35° , geneigt.

Wie aus Fig. 4 und 5 bzw. 9 hervorgeht, sind die Laufrollen 108 - 114 konisch ausgebildet, wobei eine gedachte Verlängerung jedes Konus eine Konusspitze ergibt, die im Gehäusemittelpunkt des Gehäuses 12 liegt, wie in Fig. 9 für die Laufrolle 110 des Kolbens 34 angedeutet ist.

In Fig. 4 ist die fertig vormontierbare Anordnung aus den Kolben 32 - 38, den Endelementen 68 und 70 und den Abtriebswellen 72 und 74 mit den jeweiligen Gabelabschnitten 76 und 78 dargestellt. Entsprechend sind auch die Laufrollen 108 - 114 bereits an den Kolben 32 - 38 montiert. Die gesamte, in Fig. 4 dargestellte Anordnung, die bis auf die Arbeitskammern 48 und 50 die Form einer geschlossenen massiven Kugel aufweist, braucht nun im Wesentlichen nur noch von den Gehäusehälften 14 und 16 umschlossen zu werden, um die Schwenkkolbenmaschine 10 zu bilden.

In Fig. 2 ist die Schwenkkolbenmaschine 10 mit den Kolben 32 - 38, von denen jedoch nicht alle sichtbar sind, in einer ersten Betriebsstellung dargestellt, während die Kolben 32 - 38 in der Darstellung gemäß Fig. 3 gegenüber Fig. 2 um die Umlaufachse 40 geringfügig weiterbewegt haben, und dabei gleichzeitig um die Schwenkachse 42 einen entsprechenden Schwenkhub ausgeführt haben.

Bezüglich der Funktions- und Arbeitsweise der Schwenkkolbenmaschine 10 wird auch hier auf das Dokument WO 03/067033 A1 verwiesen, dessen Inhalt diesbezüglich in die vorliegende Offenbarung eingebunden wird.

Patentansprüche

1. Schwenkkolbenmaschine, mit einem Gehäuse (12), das eine im Wesentlichen kugelförmige Gehäuseinnenwand aufweist, wobei in dem Gehäuse (12) vier Kolben (32 - 38) angeordnet sind, die um eine etwa gehäusemittige Umlaufachse (40) gemeinsam umlaufen, wobei von den vier Kolben (32 - 38) jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte etwa diametral gegenüberliegende Kolben ein starres Kolbenpaar (32/36, 34/38) bilden, wobei die beiden Kolbenpaare (32/36, 34/38) um eine gemeinsame, etwa senkrecht zur Umlaufachse (40) verlaufende Schwenkachse (42) gegensinnig hin und her verschwenkbar sind, wobei die beiden Kolbenpaare (32/36, 34/38) bezüglich der Schwenkachse (42) über Kreuz angeordnet sind, derart, dass sich jeweils zwei Kolben der beiden Kolbenpaare (32/36, 34/38) mit ihren Kolbenarbeitsflächen (32a, 34a, 36a, 38a) gegenüberstehen, um dazwischen eine Arbeitskammer (48, 50) zu bilden, wobei jedes Kolbenpaar (32/36, 34/38) einen Lagerabschnitt (52, 56) zur Lagerung des Kolbenpaars (32/36, 34/38) auf der Schwenkachse (42) und für jeden Kolben des Kolbenpaars (32/36, 34/38) jeweils einen Seitenwandabschnitt (54, 55, 58) zur seitlichen Begrenzung jeweils einer der Arbeitskammern (48, 50) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerabschnitt (52, 56) und die Seitenwandabschnitte (54, 55, 58) einstückig miteinander ausgebildet und an einer selben Seite des jeweiligen Kolbenpaars (32/36, 34/38) angeordnet sind.

2. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Lagerabschnitt (52, 56) in Richtung der Schwenkachse (42) über etwa die Hälfte der Breite des Kolbenpaars (32/36; 34/38) in Richtung der Schwenkachse (42) erstreckt.
3. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der jeweilige Seitenwandabschnitt (54, 55, 58) auf dem Lagerabschnitt (52, 56) von außen nach innen und von oben nach unten konkav gewölbt erstreckt.
4. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich der jeweilige Seitenwandabschnitt (54, 55, 58) in Richtung der Schwenkachse (42) über die gesamte Länge des Lagerabschnitts (52, 56) erstreckt.
5. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kolben (32 - 38) an seinem dem Seitenwandabschnitt (54, 55 58) gegenüberliegenden Ende eine Seitenfläche aufweist, deren Form an den Seitenwandabschnitt (54, 55, 58) desjenigen Kolbens angepasst ist, mit dem dieser Kolben zusammen die jeweilige Arbeitskammer (48, 50) bildet.
6. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich jeder einzelne Kolben (32 - 38) um die Umlaufachse (40) um etwa 90° erstreckt.
7. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis zwischen einer

Abmessung (b) jedes Kolbens (32 - 38) in Richtung der Schwenkachse (42) und einer Abmessung (h) jedes Kolbens (32 - 38) quer zur Schwenkachse (42) im Bereich von etwa 1,5 : 1 bis 2,5 : 1 liegt, vorzugsweise 2,2 : 1 beträgt.

8. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein maximaler Öffnungswinkel (α) der Arbeitskammer (48, 50) um die Schwenkachse (42) im Bereich von etwa 40° bis etwa 60° beträgt.
9. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kolbenpaare (32/36, 34/38) mit ihren Lagerabschnitten (52, 56) auf einem die Schwenkachse (52) bildenden Achszapfen (64) sitzen, und dass an den Enden des Achszapfens (64) jeweils ein kugelkappenförmiges Endelement (68, 70) angeordnet ist, das die Kolbenpaare (32/36; 34/38) in Richtung der Schwenkachse (42) aneinander hält.
10. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kugelkappenförmige Endelement (68, 70) um die Umlaufachse (40) um etwa 90° erstreckt.
11. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kugelkappenförmige Endelement (68, 70) um eine zur Umlauf- (40) und zur Schwenkachse (42) senkrechte Achse um etwa 90° erstreckt.
12. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (32 - 38) mit zumindest einer um die Umlaufachse (40) drehbaren Abtriebs-

welle (72, 74) verbunden sind, die kolbenseitig in einem ersten Gabelabschnitt (76, 78) außerhalb der Schwenkachse (42) endet, der mit seinen beiden Endabschnitten (80 - 86) zwischen den Endelementen (68, 70) angeordnet und direkt mit diesen lösbar verbunden ist.

13. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Endabschnitte (80 - 86) des ersten Gabelabschnitts (76, 78) eine formschlüssige Verbindung zu den Endelementen (68, 70) aufweisen.
14. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Endabschnitte (80 - 86) des ersten Gabelabschnitts (76, 78) ausgehend von der Abtriebswelle (72, 74) zu ihrem äußeren Ende hin aufweiten.
15. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis zwischen der Abmessung (B_1) des Gabelabschnitts (76, 78) in Richtung senkrecht zur Schwenkachse (42) in seiner Mitte zur entsprechenden Abmessung (B_2) des Gabelabschnitts (76, 78) an seinen Enden im Bereich von etwa 1 : 1,5 bis 1 : 2,5 liegt, vorzugsweise etwa 1 : 2 beträgt.
16. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis zwischen der Abmessung (B_2) des Gabelabschnitts (76, 78) in Richtung senkrecht zur Schwenkachse (42) an seinen Enden zur Abmessung (B_3) des Gabelabschnitts (76, 78) in Richtung der Schwenkachse (42) im Bereich von etwa 1 : 2 bis etwa 1 : 4 liegt, vorzugsweise etwa 1 : 1,375 beträgt.

17. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis der Dicke (D) des Gabelabschnitts (76, 78) im Bereich der Abtriebswelle (64) zur Abmessung (B_3) des Gabelabschnitts (76, 78) in Richtung der Schwenkachse (42) im Bereich von etwa 1 : 2 bis 1 : 4 liegt, vorzugsweise etwa 1 : 2,75 beträgt.
18. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass dem ersten Gabelabschnitt (76) gegenüberliegend ein zweiter im Wesentlichen formgleicher Gabelabschnitt (78) angeordnet ist, der mit den Endelementen ebenfalls lösbar verbunden ist.
19. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Gabelabschnitt (78) eine weitere Abtriebswelle (74) aufweist.
20. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder zweite Gabelabschnitt (76, 78) sich um eine zur Umlauf- (40) und zur Schwenkachse (42) senkrechte Achse um etwa 90° erstreckt und außenseitig kugeloberflächenförmig ist/sind.
21. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kolbenrückseitenflächen der Kolben (32 - 38) zugewandte Seite des ersten und/oder zweiten Gabelabschnitts (76, 78) im Wesentlichen komplementär zu den Kolbenrückseitenflächen gewölbt ausgebildet ist.

22. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kolbenrückseitenflächen und der entsprechenden zugewandten Seite des bzw. der Gabelabschnitte (76, 78) Vordruck- und oder Kühlkammern ausgebildet sind.
23. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kolben (32 - 38) eine Laufrolle (108 - 114) aufweist, deren Rollenachse in Bezug auf die Kolbenarbeitsfläche in einem Winkel von etwa 30° bis 50°, vorzugsweise um etwa 35° geneigt ist.
24. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufrollen (108 - 114) konisch ausgebildet sind, wobei eine gedachte Verlängerung jedes Konus eine Konusspitze ergibt, die im Gehäusemittelpunkt liegt.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Schwenkkolbenmaschine, mit einem Gehäuse (12), das eine im Wesentlichen kugelförmige Gehäuseinnenwand aufweist, wobei in dem Gehäuse (12) vier Kolben (32 - 38) angeordnet sind, die um eine etwa gehäusemittige Umlaufachse (40) gemeinsam umlaufen, wobei von den vier Kolben (32 - 38) jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte etwa diametral gegenüberliegende Kolben ein starres Kolbenpaar (32/36; 34/38) bilden, wobei die beiden Kolbenpaare (32/36; 34/38) um eine gemeinsame, etwa senkrecht zur Umlaufachse (40) verlaufende Schwenkachse (42) gegensinnig hin und her verschwenkbar sind, wobei die beiden Kolbenpaare (32/36; 34/38) bezüglich der Schwenkachse (42) über Kreuz angeordnet sind, derart, dass sich jeweils zwei Kolben der beiden Kolbenpaare (32/36; 34/38) mit ihren Kolbenarbeitsflächen gegenüberstehen, um dazwischen eine Arbeitskammer (48, 50) zu bilden, wobei jedes Kolbenpaar (32/36; 34/38) einen Lagerabschnitt (52, 56) zur Lagerung des Kolbenpaars (32/36; 34/38) auf der Schwenkachse (42) und für beide Kolben des Kolbenpaars (32/36; 34/38) jeweils einen Seitenwandabschnitt (54) zur seitlichen Begrenzung jeweils einer der Arbeitskammern (48, 50) aufweist. Der Lagerabschnitt (52, 56) und die Seitenwandabschnitte (54) sind einstückig miteinander ausgebildet und an einer selben Seite des jeweiligen Kolbenpaars (32/36; 34/38) angeordnet (Fig. 4).